



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Caracterización enológica de la variedad Albariño bajo
diferentes sistemas de conducción

Autor/es

DANIEL GARCÍA FERNÁNDEZ

Director/es

LETICIA MARTÍNEZ LAPUENTE y Zenaida Guadalupe Mínguez ,

Facultad

Facultad de Ciencia y Tecnología

Titulación

Grado en Enología

Departamento

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Curso académico

2017-18



Caracterización enológica de la variedad Albariño bajo diferentes sistemas de conducción, de DANIEL GARCÍA FERNÁNDEZ

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2018

© Universidad de La Rioja, 2018

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Facultad de Ciencia y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Enología

CARACTERIZACIÓN ENOLÓGICA DE LA VARIEDAD ALBARIÑO BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

Alumno:

Daniel García Fernández

Tutores:

Leticia Martínez Lapuente
Zenaida Guadalupe Mínguez

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
ABSTRACT	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Denominación de Origen Rías Baixas	5
1.2 Superficie cultivada de la variedad Albariño en España y Galicia.....	6
1.3 La variedad Albariño.....	7
1.3.1 Ampelografía.....	7
1.3.2 Características vitícolas.....	9
1.3.3 Características enológicas.....	9
1.4 Sistema de conducción	9
1.5 EL aroma varietal	12
1.5.1 Evolución del aroma de la uva durante la maduración	12
2. OBJETIVOS	14
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
3.1 Material vegetal.....	15
3.2 Índices de vegetación	18
3.2.1 Superficie foliar total	18
3.2.2 Superficie foliar externa	19
3.2.3 Índice de porosidad	19
3.2.4 Relación entre la superficie foliar externa y la producción	19
3.3 Microvinificaciones y toma de muestras	20
3.4 Análisis de los parámetros generales de mosto y vino	21
3.5 Análisis de los compuestos volátiles	21
3.6 Análisis sensorial	21
3.7 Análisis estadístico	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1 Índices de vegetación	23
4.2 Parámetros enológicos generales	24
4.3 Resultados de los análisis de compuestos volátiles.....	26
4.4 Análisis sensorial	32
5. CONCLUSIONES.....	35
6. BIBLIOGRAFÍA	36

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Subzonas de la D.O. Rías Baixas.....	5
Figura 2. Hoja de la variedad de uva Albariño.....	7
Figura 3. Racimo de la variedad Albariño.....	8
Figura 4. Bayas de la variedad de uva Albariño.....	8
Figura 5. Sistema de conducción en Cordon libre.....	15
Figura 6. Sistema de conducción en sylvoz.....	16
Figura 7. Sistema de conducción en pérgola 1 metro.....	16
Figura 8. Sistema de conducción en pérgola 2 metros.....	17
Figura 9. Sistema de conducción en GDC.....	17
Figura 10. Sistema de conducción en Parral.....	18
Figura 11. Botes de mosto con la decantación de los sólidos.....	20
Figura 12. Desfangado estático.....	20
Figura 13. Ficha de cata empleada en el análisis sensorial.....	22
Figura 14. Compuestos volátiles y sus concentraciones en cada vino.....	27
Figura 15. GPA fase aromática.....	33
Figura 16. GPA fase gustativa.....	34
Tabla 1. Superficie cultivada de la variedad Albariño en España.....	6
Tabla 2. Superficie cultivada de la variedad Albariño en Galicia.....	6
Tabla 3. Índices de vegetación.....	23
Tabla 4. Parámetros enológicos de los mostos.....	25
Tabla 5. Parámetros enológicos de los vinos.....	25
Tabla 6. Compuestos volátiles obtenidos por cromatografía de gases de las 6 muestras que corresponden a cada sistema de conducción.....	26
Tabla 7. Proporción existente de los compuestos volátiles en los distintos sistemas de conducción.....	28
Tabla 8. Contenido en compuestos volátiles de los vinos.....	29
Tabla 9. Valores de actividad odorante (OAV) de los vinos.....	31
Tabla 10. Puntuaciones obtenidas en la fase visual del análisis sensorial.....	33

RESUMEN

La elección del sistema de conducción es una decisión muy importante a tener en cuenta cuando se procede a realizar la plantación de un viñedo. Esta decisión se debe tomar teniendo en cuenta diversos factores como el clima, características del suelo y características de la variedad de uva que se va a cultivar entre otros. El sistema de conducción afecta a la maduración de la uva y como consecuencia a la composición final de los mostos, de los vinos y a la cantidad y calidad de compuestos volátiles.

Este trabajo se ha realizado para conocer la influencia que tienen diferentes sistemas de conducción en los parámetros enológicos del mosto y del vino, así como en la composición volátil y en la calidad sensorial de vinos de la variedad Albariño.

Los vinos de Albariño se elaboraron en la bodega experimental de una bodega comercial de la D.O. Rías Baixas. Los compuestos volátiles se determinaron mediante cromatografía gaseosa con detector de masas (GC-MS). El análisis sensorial se realizó en la sala de catas de la Universidad de La Rioja por un panel de catadores expertos.

El sistema de conducción afectó significativamente al contenido de ácido málico, nitrógeno fácilmente asimilable y potasio de los mostos, pero no afectó al grado alcohólico de los vinos. Los vinos obtenidos a partir del sistema de conducción de GDC y sylvoz fueron los que mostraron el menor contenido en compuestos volátiles. Los vinos obtenidos a partir de los sistemas de conducción de cordón libre y parral fueron los que mayor contenido de compuestos volátiles mostraron. En el análisis sensorial, los vinos obtenidos a partir del sistema de conducción de cordón libre fueron los más complejos aromática y gustativamente.

Palabra clave: Vino Albariño, sistemas de conducción, compuestos volátiles, análisis sensorial

ABSTRACT

The choice of training system is a very important decision to take into account when proceeding to plant a vineyard. This decision must be taken taking into account various factors such as climate, soil characteristics and characteristics of the variety of grapes that will be grown among others. The training system affects the maturation of the grape and as a consequence to the final composition of the musts, of the wines and to the quantity and quality of volatile compounds.

This work has been carried out to study the effect of different training systems on the enological parameters of must and wine, as well as on the volatile composition and sensory characteristics of Albariño wines.

Albariño wines were elaborated in the experimental cellar of commercial winery sited in D.O. Rías Baixas. Volatile compounds were determined by gas chromatography with mass detector (GC-MS). Sensory analysis was made in the tasting room of the University of La Rioja by a panel of expert tasters.

The training system significantly affected the malic acid content, easily assimilable nitrogen and potassium content in musts. However, the training system did not affect the alcoholic degree of the wines. Wines from the GDC and sylvoz showed the lower content in volatile compounds. Wines from cordon libre and parral showed the highest content in volatile compounds. In the sensory analysis, wines from cordon libre showed the highest aromatic and gustatory complexity.

Keywords: Albariño wine, training systems, volatile compounds, sensory analysis

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Denominación de Origen Rías Baixas

La Denominación de Origen (D.O.) Rías Baixas es una pequeña zona vitivinícola situada en el noroeste de España, en la región de Galicia. Aunque en las Rías Baixas existe una profunda tradición vitivinícola, que se ha heredado generación tras generación, es a partir del año 1988, con la constitución de su Consejo Regulador, cuando el sector vitivinícola adquiere un peso fundamental en el desarrollo de la economía de este territorio. Uno de los factores determinantes de la D.O. Rías Baixas, es la apuesta por las variedades autóctonas, en concreto por la variedad Albariño.

Condicionada por el minifundismo propio de Galicia, esta Denominación de Origen actualmente cuenta con una superficie de 4.061 hectáreas, repartidas en más de 21.825 parcelas. Las sabias y expertas manos de los más de 5.550 viticultores de esta zona apostaron por una viticultura tradicional, caracterizada por el emparrado. Este singular sistema de conducción condiciona que las labores de poda y vendimia se tengan que realizar a mano.

La Denominación de Origen Rías Baixas se encuentra situada especialmente en la provincia de Pontevedra y una pequeña parte en la de A Coruña. Además, se divide en cinco subzonas: Val do Salnés, O Rosal, Ribeira do Ulla, Condado do Tea y Soutomaior. (Figura 1)

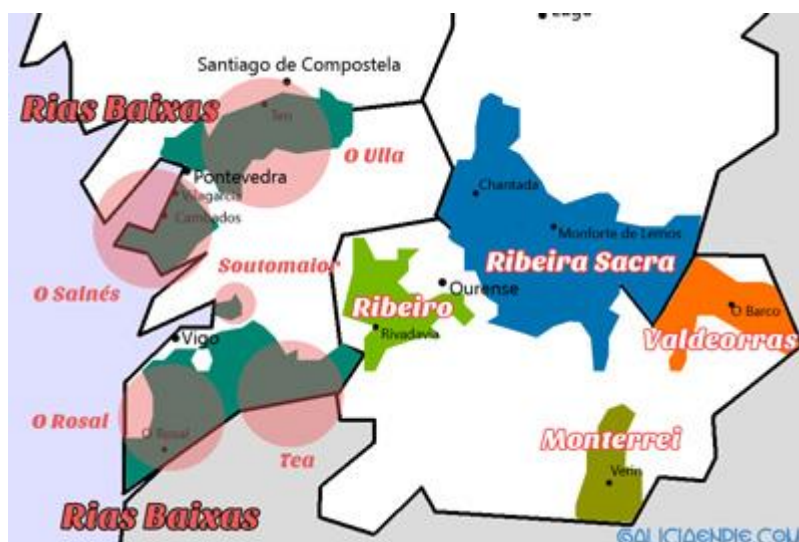


Figura 1. Subzonas de la D.O. Rías Baixas

La Denominación de Origen Rías Baixas, comienza su breve historia en el año 1980. En este año es reconocida en el B.O.E. del 11 de octubre la Denominación Específica Albariño. El 30 de abril de 1984, se aprueba el reglamento de la Denominación de Origen Específica Albariño y su Consejo Regulador.

Debido a necesidades de adaptación de la legislación española a la comunitaria, la Consellería de Agricultura, en una orden del 17 de marzo de 1988, reconoce con carácter provisional la Denominación de Origen Rías Baixas, y por orden del 4 de julio del mismo año se aprueba el reglamento de la Denominación de Origen Rías Baixas y de su Consejo

Regulador. La Orden Ministerial del 28 de julio de 1988 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ratifica esta Denominación de Origen.

Esa evolución también se refleja en la ampliación de las subzonas. En el año 1988 la Denominación de Origen Rías Baixas constaba de 3 subzonas, perfectamente individualizadas, en la provincia de Pontevedra: Val do Salnés, Condado do Tea y O Rosal. En octubre de 1996 se incorpora Soutomaior, mientras que en mayo de 2000 se amplió a la Ribeira do Ulla.

1.2 Superficie cultivada de la variedad Albariño en España y Galicia

Según la Orden APA/1819/ 2007, de 13 de junio, la uva Albariño es una variedad de vid destinada a la producción de vino. Recomendada en Galicia y autorizada en Cantabria, Castilla y León y Cataluña. En Cataluña se encuentra amparada en la D.O. Costers del Segre y en Castilla y León en la D.O. Tierra de León. En el resto de Comunidades Autónomas la superficie cultivada de esta variedad de uva es testimonial con fines aparentemente experimentales.

La Tabla 1 muestra la superficie cultivada en España y en las distintas Comunidades Autónomas donde está presente esta variedad (datos del año 2015). De las 5722,31 Ha totales en España, un 98,74 % de esa superficie se cultiva en Galicia.

Tabla 1. Superficie cultivada de la variedad Albariño en España

SUPERFICIE CULTIVADA DE ALBARIÑO EN ESPAÑA	
GALICIA	5650,27 Ha
CATALUÑA	37,00 Ha
CANTABRIA	27,49 Ha
COMUNIDAD VALENCIANA	3,33 Ha
LA RIOJA	3,01 Ha
CASTILLA Y LEÓN	1,11 Ha
ISLAS BALEARES	0,07 Ha
CANARIAS	0,03 Ha
TOTAL	5722,31 Ha

En la Tabla 2 se observa la superficie cultivada de la variedad Albariño en la Denominación de Origen Rías Baixas y en Galicia. Supone el 72,2 % del total en Galicia y el 71,3 % en España. Estos datos son significativos ya que casi tres cuartas partes de la producción total nacional y regional se encuentra en este territorio.

Tabla 2. Superficie cultivada de la variedad Albariño en Galicia

PRODUCCIÓN DE ALARIÑO EN GALICIA	
RIAS BAIXAS	4083 Ha
TOTAL	5650,27 Ha

1.3 La variedad Albariño

1.3.1 Ampelografía

Hoja adulta

El limbo tiene forma pentagonal. Las hojas presentan tres lóbulos, el color del haz es verde medio. Los nervios principales no presentan pigmentación antociánica ni por el haz ni por el envés. Los dientes son de tamaño medio, con ambos lados convexos y de igual longitud que anchura. El seno peciolar es abierto con la base en forma de V o de llave, no presenta ningún diente y su base no está limitada por ningún nervio. En cuanto a la apertura de los senos laterales superiores, la mayor parte de las hojas no los presentan, aunque también se pueden encontrar hojas con ellos abiertos. Cuando estos senos aparecen, la forma de su base es en V, no presentan dientes en su base y son superficiales o muy superficiales. La densidad de pelos tumbados entre los nervios por el envés es baja-media y la de erguidos es muy baja. Sobre los nervios por el envés la densidad de pelos tumbados es media y la de erguidos es nula. Los nervios principales por el haz presentan pelos tumbados, aunque son muy caedizos y los pelos erguidos están ausentes. En el peciolo aparecen pelos tumbados caedizos y es ligeramente más largo que el nervio central (Figura 2).

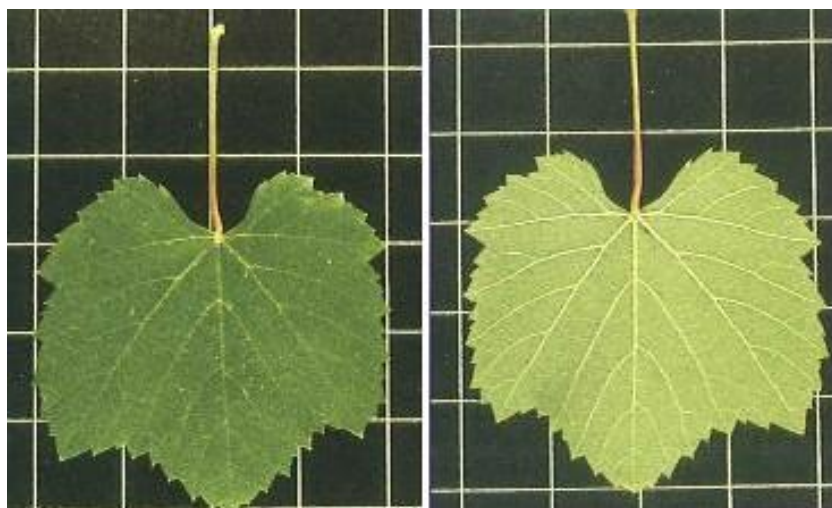


Figura 2. Hoja de la variedad de uva Albariño

Racimo

Los racimos son de compacidad media, cónicos y con una o dos alas (Figura 3).



Figura 3. Racimo de la variedad Albariño

Bayas

Las bayas son de tamaño uniforme, de forma esférica, de color verde amarillento uniforme. El nivel de pruina es medio-alto. La pulpa de la baya no es coloreada, siendo muy jugosa, blanda y sin sabores particulares. El pedicelo de la baya se separa fácilmente y presenta anillo (Figura 4).

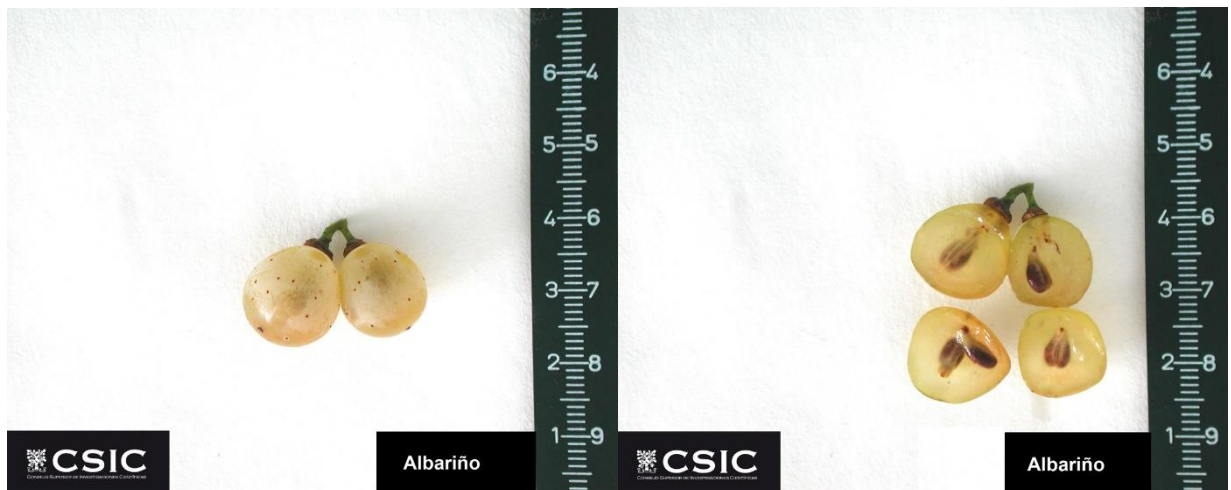


Figura 4. Bayas de la variedad de uva Albariño

1.3.2 Características vitícolas

La variedad Albariño presenta un vigor medio y porte entre semierguido y horizontal. Su fertilidad es bastante elevada. Requiere de terrenos frescos y poda en varas largas. Normalmente el sistema de conducción más empleado es apoyado en emparrado o en cordón. Es una variedad poco sensible a *Botrytis cinerea*, resiste bastante al mildiu y es muy sensible al oídio.

1.3.3 Características enológicas

Posee una gran capacidad de producción de azúcares, superando en un 12 % el volumen de alcohol. Otra de las características excepcionales de la variedad Albariño es que mantiene una riqueza en ácidos que muy pocas variedades consiguen en todo el mundo, unida a una riqueza en componentes aromáticos y sápidos que hace sus vinos muy identificables.

Los vinos elaborados con la variedad Albariño se caracterizan por poseer un color amarillo pajizo con reflejos dorados y verdes de aspecto cristalino y brillante. Una intensidad aromática media en la que dominan los aromas florales y frutales, de flor blanca, cítricos, manzana, fruta con hueso, etc.

En boca suelen ser frescos y equilibrados, son vinos untuosos con una acidez moderada y bien integrada con recuerdos frutales a manzana y frutas de hueso. Suelen tener una amplia estructura. Poseen una fase retronasal frutal intensa que confirma los aspectos olfativos. El postgusto es persistente, sabroso y afrutado.

1.4 Sistema de conducción

La elección del sistema de conducción de la vid implica una distribución espacial de los pámpanos y de la superficie foliar concreta, bien de forma libre o guiada mediante alambres. Esta distribución determina la interceptación de la radiación solar y, por tanto, el microclima luminoso que influye en el equilibrio fisiológico de la planta ya que incide sobre: la temperatura foliar, el estado hídrico de la planta y muy especialmente sobre la capacidad fotosintética de la cepa entera y del viñedo en su conjunto.

Todo esto afectará al potencial cualitativo de los racimos, ya que el cambio de la disposición espacial de las hojas, mediante un sistema de conducción diferente determinará un microclima diferente y una respuesta de la planta diferente en un mismo medio. Obviamente, el microclima creado en la planta está influenciado por la climatología particular de una zona geográfica, pero pueden encontrarse diferencias microclimáticas importantes en función del sistema de conducción elegido.

Se ha observado que el sombreado en la zona de racimos conlleva una disminución de la fertilidad de yemas, disminución del contenido de antocianos y polifenoles, disminución del tamaño de la baya (sombreado en fase I), aumento de la acidez málica y disminución del contenido de sólidos solubles (Baeza et al., 2001).

Por otro lado, recientes estudios han demostrado que las técnicas vitícolas son unos de los principales factores que determinan el potencial aromático de las uvas y los vinos (Song et al., 2012; Nan et al., 2013).

Por lo tanto, la influencia del sistema de conducción en la composición de la baya y del vino es muy importante, lo que implica que los viticultores tiendan a emplear técnicas de manejo de vegetación que mejoren la calidad de la producción (Reynolds & Heuvel, 2009). Se debe tener en cuenta que la tradición existente en una zona puede influir en la elección del sistema de conducción, sin embargo, la elección final deberá estar determinada por la eficiencia de dichos sistemas de conducción en la producción de uva de la calidad deseada.

Por otro lado, se debe considerar que conforme se incrementa la superficie foliar total, se reduce el empleo de energía solar, las hojas no la reciben con la misma intensidad ya que se somborean unas con otras y, por tanto, las más internas ven reducida su capacidad fotosintética. Además, cuanto mayor vigor tenga la planta, el envero se retrasará más y habrá peor microclima a nivel de racimo, influyendo así en la maduración de las bayas. Así, debe considerarse que cuando hay muchos racimos y pocas hojas, la uva no madura; e inversamente, si hay excesiva superficie foliar para la cantidad de racimos presentes se obtienen tenores altos de azúcares, pero sin madurez en los hollejos, lo que redonda en aromas herbáceos, carencia de color y abundante astringencia.

Es importante tener en cuenta que el aprovechamiento de la iluminación solar de las hojas es el siguiente: las dos o tres primeras capas externas aprovechan 2/3 de la radiación total incidente, las hojas que reciben la iluminación indirecta aprovechan 1/4 de la radiación total incidente, mientras que las hojas internas no llegan a 1/10 de esa radiación total.

Para un correcto manejo de la vegetación es necesario el empleo de índices que permitan comparar objetivamente los sistemas de conducción para poder estimar mejoras en el rendimiento y en la calidad de la vendimia. Algunos de estos índices son:

- Índice de área foliar (SFT): superficie foliar de la cepa en m^2 por la superficie del marco de plantación en m^2 .
- Índice de superficie foliar externa (SFE): superficie externa de la cepa en m^2 por la superficie del marco de plantación en m^2 .
- Índice de densidad de vegetación (SFE/SFT): relación entre la superficie foliar externa de la cepa y la superficie foliar total ISF/IAF. Los valores de IDF más próximos a la unidad serán los más favorables desde el punto de vista energético (Hidalgo, 1999).

La superficie foliar total (SFT) se calcula en base a la relación existente entre la longitud del nervio central y el área foliar de cada hoja, de modo que se realiza las mediciones de las hojas de un número representativo de pámpanos de un número representativo de plantas determinado por el viticultor, estimando eficazmente la superficie foliar total. Mientras que para calcular la superficie foliar externa (SFE) se tiene en cuenta la geometría de la planta y se deben tomar medidas de la altura y anchura de la vegetación. Por eso, es muy importante tener en cuenta el sistema de conducción cuya elección depende en gran medida del *terroir* (clima, suelo, latitud y altitud del viñedo, etc.). De hecho, algunos sistemas de conducción pueden producir un amontonamiento de la vegetación e influir negativamente en la captación de radiación solar por parte de las hojas y en la insolación de los racimos; mientras que otros pueden favorecer una

cubierta vegetal más homogénea mejorando el microclima de hojas y racimos y, por tanto, favorecer una correcta maduración y una buena calidad aromática.

Los sistemas de conducción empleados en este Trabajo Fin de Grado han sido:

- Cordón libre: su estructura consiste en un cordón sujetado por un alambre portor. Éste guía al cordón donde se reparten los pulgares. En este sistema la vegetación se dispone de forma libre, es decir, no existen alambres de sujeción para los pámpanos. Sobre todo, en climas cálidos facilita que los racimos no se expongan excesivamente y por tanto no afecte negativamente a los compuestos aromáticos y ayuda a que las hojas reciban la radiación solar de una forma más homogénea gracias al movimiento pendular de la vegetación por acción del aire llegando a hojas más internas. (De La Fuente et al., 2010)
- Sylvoz: consiste en un cordón principal sujetado por un alambre portor, en el cual, se dejan varas a lo largo de dicho cordón. Las varas se dejan preferiblemente apuntando hacia debajo de modo que los pámpanos caerán hacia el suelo formando una especie de cortina. Teóricamente la exposición a la fruta es buena influyendo en la maduración fenológica, la exposición de las yemas en la base de las varas para mejorar la cosecha del siguiente año también es buena y soporta mayor cantidad de vegetación que una espaldera clásica (Jackson., 2001).
- Pérgola 1 metro: Vegetación dividida y conducida en dos planos oblicuos “cortos”. Se colocan una serie de postes metálicos a lo largo de la fila. A estos postes se le colocan dos barras del mismo material, opuestos uno del otro y formando un ángulo con respecto al poste para que tengan la inclinación deseada incorporando en las barras una serie de alambres con el objetivo de sujetar la vegetación.
- Pérgola 2 metros: La vegetación está dividida y conducida en dos planos oblicuos “largos”. Las estructuras de soporte de la vegetación de una fila se unen a las de las filas contiguas, creando una estructura continua con el objetivo de optimizar la captación de radiación solar por parte de la vegetación.
- GDC (Geneva Double Curtain): Sistema de conducción de vegetación descendente dividida en dos planos. El tronco se divide en dos brazos que estos a su vez se divide en dos cordones donde los pámpanos crecerán de forma vertical hacia abajo. Mejora la captación de la energía solar sobre todo en variedades vigorosas influyendo así en la maduración de la uva y en su calidad aromática (Jackson., 2001).
- Parral: Sistema de crecimiento horizontal donde hay una serie de postes que sujetan una estructura de alambres y la planta crece por encima de esta estructura, sistema muy adaptado a crecimientos vegetativos altos, desde el punto de vista de calidad es un sistema que permite una buena ventilación de los racimos, los racimos cuelgan por debajo de la estructura de postes y alambres que permite buena ventilación y por tanto se reduce el riesgo de *Botrytis cinérea* y permite una maduración lenta sin altas temperaturas que favorece una buena calidad aromática.

1.5 EL aroma varietal

Riberau-Gayon et al. (2003) exponen que “el aroma del vino es complejo y complicado de estudiar, esto es porque intervienen muchos procesos en la formación de los compuestos y precursores aromáticos”. Estos procesos son:

- El metabolismo de la uva misma, condicionado por la variedad, suelo, clima y operaciones en el viñedo.
- Fenómenos bioquímicos prefermentativos como oxidaciones o hidrólisis que se producen durante la extracción de mostos o maceraciones. Los compuestos son principalmente aldehídos y alcoholes C6, responsables de aromas herbáceos.
- El metabolismo fermentativo de levaduras y bacterias lácticas que producen alcoholes, ácidos, ésteres, compuestos carbonilados y azufrados.
- Las reacciones químicas o enzimáticas postfermentativas durante la crianza en barricas y/o conservación del vino.

El concepto del aroma varietal no hace referencia a que cada variedad posea compuestos volátiles específicos si no que los distintos compuestos volátiles se encuentran en distintas concentraciones en cada una de las variedades. Los compuestos odoríferos de las uvas de *Vitis vinífera* mejor estudiados pertenecen a la familia de los terpenos. Son responsables del aroma característico de las uvas y de los vinos de las variedades moscateladas. Existen también en cantidades pequeñas en variedades de sabor simple. Se encuentran en el vino y en la uva a la vez bajo la forma libre y bajo la forma de precursores inodoros, principalmente glicosilados.

Otros compuestos que intervienen también en el aroma varietal son los norisoprenoides, que no están considerados en el sentido estricto como terpenos, provienen de la degradación química o enzimática de los carotenoides de la uva. Existen también bajo la forma de precursores glicosilados.

Por otro lado, el rol de las metoxipirazinas en el aroma herbáceo de ciertas variedades, como la Cabernet Sauvignon, es actualmente bien conocido. Esos compuestos existen en estado libre en la uva y no se les conoce formas precursoras.

Finalmente, más recientemente se ha demostrado la contribución al aroma en ciertas variedades, en particular del Sauvignon blanc, de ciertos compuestos azufrados muy olorosos que poseen una función tiol. Estos compuestos se encuentran en la uva bajo la forma de S-conjugados a cisteína.

La variedad Albariño se caracteriza por una intensidad alta en aromas florales, los compuestos responsables de estos aromas son los monoterpenos. Esta variedad ha sido objeto de muchos estudios previos que demuestran que los vinos jóvenes elaborados con esta variedad contienen altas concentraciones de monoterpenos que tienen fuertes olores florales y frutales (Vilanova et al., 2007).

1.5.1 Evolución del aroma de la uva durante la maduración

Las formas libres y unidas de los terpenos se acumulan en la baya a partir del envero (Riberau-Gayon et al., 2003). Algunos autores señalan una acumulación continua (incluso en sobremaduración) de los monoterpenos de la uva. Sin embargo, otros autores, observan una disminución de los monoterpenos libres, antes de la acumulación completa de los azúcares en la baya han sugerido que las condiciones en las cuales se

desarrolla la maduración, en particular la temperatura, cuentan entre los factores responsables de las variaciones observadas (Riberau-Gayon et al., 2003).

Los derivados C 13-norisoprenoides tienen una evolución similar. La cantidad de carotenoides disminuye a partir del envero. Esa disminución es correlativa a un aumento de las cantidades en derivados C 13-norisoprenoides, pero esencialmente bajo la forma glicosilada. Las transformaciones se producen probablemente gracias a la intervención de las enzimas de la uva, en la degradación oxidativa de los carotenoides, luego en los mecanismos de glicosilación. La exposición de las uvas al sol, en el curso de la maduración, acelera los fenómenos de degradación de los carotenoides y se acompaña de un aumento del contenido en derivados C 13-norisoprenoides glicosilados (Riberau-Gayon et al., 2003).

Por otro lado, las cantidades más importantes de metoxipiracinas se encuentran en las uvas inmaduras. Estas cantidades bajan progresivamente durante la maduración. La exposición más o menos importante de las uvas al sol, dependiente del sistema de conducción, permite disminuir las cantidades en metoxipiracinas durante la maduración debido a la sensibilidad de éstas a la luz (Riberau-Gayon et al., 2003).

2. OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es evaluar el efecto del sistema de conducción en los parámetros enológicos del mosto y del vino, así como en la composición volátil y la calidad sensorial de vinos de Albariño. Los sistemas de conducción estudiados fueron los siguientes:

- Cordon libre
- Sylvoz
- Pérgola con una distancia entre plantas en la línea de 1 metro
- Pérgola con una distancia entre plantas en la línea de 2 metros
- GDC (Geneva Double Curtain)
- Parral

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Material vegetal

Variedad Albariño cuyo material vegetal ha sido obtenido a partir de cepas de otras parcelas injertado sobre el portainjerto 420 A que presenta las siguientes aptitudes culturales:

- Patrón débil que prefiere los terrenos fértiles y frescos donde induce un gran fructificación, adelanta la maduración y, además, favorece la precoz entrada en producción.
- Es muy poco resistente a la sequía, no está adaptado a terrenos húmedos o a terrenos donde se produzcan encharcamientos, su resistencia a la salinidad es nula y medianamente resistente a nematodos.

Los sistemas de conducción empleados son:

Cordón libre: Se utilizó un marco de plantación de 3 m x 1 m (Figura 5).



Figura 5. Sistema de conducción en Cordón libre

Sylvoz: El marco de plantación utilizado es 3 m x 2 m (Figura 6).



Figura 6. Sistema de conducción en sylvoz

Pérgola 1 metro: Se usó un marco de plantación 3 m x 1 m (Figura 7).



Figura 7. Sistema de conducción en pérgola 1 metro

Pérgola 2 metros: Se utilizó un marco de plantación 3 m x 2 m (Figura 8).



Figura 8. Sistema de conducción en pérgola 2 metros

GDC (Geneva Double Curtain): Marco de plantación utilizado 3,3 m x 2 m (Figura 9).



Figura 9. Sistema de conducción en GDC

Parral: Se empleó un marco de plantación 3 m x 2,5 m (Figura 10).



Figura 10. Sistema de conducción en Parral

3.2 Índices de vegetación

Para cada sistema de conducción se hicieron 2 repeticiones en campo en las que se marcaron 4 plantas en cada una y 4 pámpanos en cada planta.

3.2.1 Superficie foliar total

Se trata de un método indirecto no destructivo que fue propuesto por Carbonneau (1976) y Schultz (1992) los cuales encontraron valores de correlación muy altos entre la longitud del nervio central de la hoja y su área. Las medidas se hicieron días antes de la vendimia. A la hora de realizar la medida se cuentan las hojas totales de cada pámpano, si tienen menos de 12 hojas se mide el 50 % de las hojas del pámpano con una longitud de nervio central igual o superior a 3 cm. Para pámpanos con más de 12 hojas se mide el 33 % de las hojas con una longitud del nervio central igual o superior a 3 cm, procurando coger una muestra representativa en cuanto a tamaño. Las hojas de los nietos también se tuvieron en cuenta.

Para pasar de dicha longitud a un valor de área foliar es fundamental encontrar la relación matemática que hay entre la longitud del nervio principal y el área de la hoja. Para eso se debe emplear previamente un método destructivo que consiste en coger una muestra suficiente de hojas, entre 45 y 50, llevarlas al laboratorio midiendo primero las longitudes de sus nervios centrales, separando los limbos y posteriormente pasarlos por un medidor de área foliar para obtener el área de cada limbo.

De este modo se obtiene una función $Y=f(x)$, siendo (Y) la superficie foliar de la hoja y (x) la longitud del nervio central, pudiéndose calcular el área de cualquier hoja de esta variedad.

Para calcular el área foliar de cada pámpano se multiplica por 2 o por 3 al resultado obtenido del sumatorio de área foliar de las hojas medidas, según si hemos medido el 50 % o 33 % de las hojas. Para las hojas de los nietos se calcula igual y se suma el resultado al del área foliar principal del pámpano.

Posteriormente a partir de esos datos se calcula el área foliar total por planta, sabiendo la superficie que ocupa la planta a partir del marco de plantación y el nº de pámpanos por planta, también se puede calcular por hectárea sabiendo la cantidad de cepas que hay por hectárea apoyándonos también en el valor del marco de plantación, de manera que este índice se puede expresar como m^2 de superficie foliar total por m^2 de superficie de suelo o como m^2 de superficie foliar total por hectárea.

3.2.2 Superficie foliar externa

La superficie foliar externa hace referencia al perímetro exterior de la planta. Se tomaron medidas para conocer las dimensiones de la cubierta vegetal como altura, espesor y largura y se atribuyó una forma geométrica a la cubierta vegetal para calcular su perímetro mediante las correspondientes fórmulas geométricas.

Se tuvieron en cuenta las caras laterales y la cara superior de la vegetación, la cara inferior se despreció ya que no contribuye apenas a la radiación absorbida por la planta. Este índice se expresa en las mismas unidades que el anterior referido a superficie foliar externa en vez de a la total.

3.2.3 Índice de porosidad

Se calculó el cociente entre la superficie foliar externa y la superficie foliar total (SFE/SFT), este índice nos da información del nivel de amontonamiento de la vegetación y del nivel exposición de los racimos a la radiación solar. Cuanto más se acerque este valor a la unidad mejor microclima habrá a nivel de racimo y cuanto más pequeño sea menor ventilación existirá en la planta favoreciendo el desarrollo de enfermedades y perjudicando la correcta maduración de la uva.

3.2.4 Relación entre la superficie foliar externa y la producción

Se procedió al cálculo del cociente entre la superficie foliar externa en m^2 por hectárea y la producción en kilogramos por hectárea (SFE/P). Con este cociente se pretende conocer la superficie foliar externa disponible para madurar 1 kg de uva, esto afecta fundamentalmente a la concentración final de azúcares en las bayas y nos proporciona una idea de si tenemos la suficiente superficie foliar disponible para conseguir una adecuada concentración de los mismos.

Para obtener el valor de producción se necesitó conocer la cantidad de racimos obtenidos en las 4 plantas control y el marco de plantación para hallar la cantidad de racimos que tenemos por m^2 y se necesitó saber el peso total de la vendimia de las 4 plantas para calcular el peso por racimo para, finalmente, cuantificar la cantidad de kilogramos por hectárea estimados para cada sistema de conducción.

3.3 Microvinificaciones y toma de muestras

Los vinos se elaboraron con uva Albariño procedente de una finca ubicada en el término municipal de Meis (Pontevedra) en la añada 2017. La vendimia se realizó el día 2 de septiembre de 2017 y la vinificación se realizó en la bodega experimental de una bodega comercial de la D.O. Rías Baixas.

Todas las microvinificaciones pertenecientes a cada tipo de sistema de conducción fueron realizadas de la misma forma con el fin de estudiar las diferencias entre los sistemas de conducción eliminando los factores de variabilidad que podían aparecer en elaboraciones diferentes.

La vendimia se hizo manualmente y se transportó en cajas de 18 kg. Una vez en la bodega se prensó la uva sin despalillar en una hidroprensa de 40 L de volumen y se sulfitó en prensa (4 g SO₂/100 kg uva). Cada microvinificación se realizó por duplicado. Se recogió el mosto obtenido de la prensa en dos bidones de 10 L, uno por microvinificación y se recogió muestra para llevarla al analizador FOSS.

A continuación, se sulfitó (6 g/HL) y se añadió la enzima Cmax (2 g/HL, Lallemand) y se dejó desfangando durante 48 horas a 6 °C (Figuras 11 y 12).



Figura 11. Botes de mosto con la decantación de los sólidos **Figura 12. Desfangado estático**

Transcurridas 48 horas se trasegaron a botes de vidrio de 4 L de volumen. A continuación, se procedió a la inoculación de levadura siguiendo el protocolo de rehidratación y aclimatación de Lallemand, se añadió 30 g/HL de protector de levadura Goferm protect (Lallemand) y 25 g/HL levadura Lalvin EC1118 (Lallemand). La fermentación tuvo lugar a temperatura controlada (17-18 °C) en baños de agua refrigerada. La fermentación finalizó cuando la densidad fue constante aproximadamente a 990 g/L, comprobándose el contenido de azúcares reductores (< 4 g/L) en el analizador FOSS.

A continuación, se trasegó el vino contenido en los botes de vidrio de 4 L a botellas de 0,75 L, se sulfitaron (60 mg/L) y se procedió a la estabilización por frío, manteniéndose las botellas durante 10 días a 4-5 °C. Finalmente se realizó el embotellado, trasegándose el vino a otras botellas de 0,75 L, las cuales se sulfitaron (20 mg/L) para proceder a la toma de muestras y al encorchado.

3.4 Análisis de los parámetros generales de mosto y vino

Los parámetros enológicos generales de los mostos y los vinos se llevaron a cabo con el analizador FOSS de mostos y vinos en la bodega experimental.

3.5 Análisis de los compuestos volátiles

Los análisis de los compuestos volátiles se llevaron a cabo en el Instituto de las Ciencias de la Vid y el Vino (ICVV). Los compuestos volátiles se determinaron mediante cromatografía gaseosa con detector de masas (GC-MS) previa extracción líquido-líquido de la fracción volátil siguiendo el método desarrollado por Oliveira et al. (2008). Los análisis se realizaron con un cromatógrafo de gases modelo 7890B (Agilent Technologies, Waldbronn, Alemania) acoplado a un detector de masas inerte 7000 C. Se utilizó una columna capilar de Agilent J&W GC Columns (60 m de longitud, 0,25 mm de diámetro y 0,25 µm espesor de la película), y las condiciones cromatográficas establecidas por el método de Oliveira et al. (2008).

La extracción se llevó a cabo con 15 ml de vino centrifugado a 4000 rpm, 15 minutos a 4 °C, después se cogieron 8 ml y se añadieron 400 µl de CH₂CL₂ y 10 µl de patrón interno, 2-octanol. Se agitó de forma suave durante 15 minutos para proceder a la separación del diclorometano. Después de eso, se colocó en el congelador 10 minutos y se centrifugó a 5000 rpm, 10 minutos a 4 °C. En ese momento en el fondo quedó el extracto, se tomó con una pipeta Pasteur y se llevó a un vial de HPLC con inserto desde el que se inyectó al cromatógrafo.

Se identificaron y cuantificaron 31 compuestos volátiles que se agruparon en las siguientes familias de compuestos químicos: alcoholes C6, alcoholes superiores, etil ésteres, acetatos, ácidos, monoterpenoles, C13 norisoprenoides y fenoles volátiles. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

3.6 Análisis sensorial

El análisis sensorial de los vinos se realizó en la Sala de Catas de la Universidad de La Rioja el día 26 de febrero de 2018. Dicha sala cumple los estándares que indica la norma ISO 8589 (1998). Los 13 catadores fueron alumnos de la asignatura Ampliación de Análisis Sensorial del Grado de Enología, considerados catadores con experiencia en el análisis sensorial.

El análisis sensorial se realizó en dos sesiones. En una primera sesión los catadores describieron los atributos del vino con sus propias palabras. Los términos descriptivos y sus definiciones se debatieron entre los catadores y, posteriormente se compiló un vocabulario de consenso común. Todos los términos generados eran términos habituales para definir vinos de Albariño. En la segunda sesión se realizó la fase de evaluación sensorial propiamente dicha.

A cada catador se le dio una ficha de cata (Figura 13) por cada vino. Se evaluaron las fases visual, olfativa y gustativa mediante una escala de 0 a 5 en la cual 0 equivalía a ausencia de percepción y 5 a la máxima percepción. Los vinos se presentaron a 12 °C en catavinos codificados de acuerdo a la norma ISO 3591 (1977).

UESTRA							
FECHA							
NOMBRE							

DESCRIPTOR	DEFINICIÓN	VALORACIÓN					
		0	1	2	3	4	5
VISUAL							
Intensidad de color	Pigmentación						
Tonalidad							
FASE OLFATIVA							
Intensidad aromática	Grado de intensidad aromática a copa parada						
Fruta blanca	Manzana, pera						
Fruta de hueso	Albaricoque, melocotón						
Fruta cítrica	Limón, pomelo, naranja						
Fruta tropical	Fruta de la pasión, piña, plátano, maracuyá, mango						
Fruta madura	Plátano maduro, manzana madura, pera madura						
Floral	Madreselva, acacia, azahar, rosas, jazmín						
Herbáceo	Hinojo, hierba fresca, césped, paja seca						
Mineral	Piedra, pólvora, sílex						
Balsámicos	Pino, resina, laurel, enebro, mentolados, hierbabuena, anís						
Levadura	Levadura, pan, pastelería						
Reducción	Cerrado, presencia de sulfuros						
Oxidación	Manzana, acetaldehído, brandy						
BOCA							
Ácido	Acidez en exceso						
Amargo	Taninos amargos, gusto amargo						
Dulce	Ataque dulce en boca						
Volumen	Glicérico, suave, redondo						
Sequedad	Tanicidad, facilidad para ensalivar						
Suavidad	Sedosisidad, redondez						

Figura 13. Ficha de cata empleada en el análisis sensorial

3.7 Análisis estadístico

Se asumió distribución normal y varianzas homogéneas en el conjunto de datos obtenido, aplicándose un análisis de la varianza (ANOVA). Las diferencias significativas encontradas se expresaron con un nivel de confianza superior al 95 %. El análisis se realizó con el paquete informático SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, USA). Los atributos sensoriales se analizaron mediante un Análisis de Procusters Generalizado (Generalized Procustes Analysis, GPA) empleando el software específico de análisis sensorial Senstools Version 3.3.2 (Utrecht, The Netherlands).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Índices de vegetación

En la Tabla 3 se muestran los índices de vegetación de las parcelas estudiadas.

Tabla 3. Índices de vegetación

Sistema	SFT ¹ (m ² /Ha)	SFE ¹ (m ² /Ha)	SFE/SFT	Rendimiento (kg/Ha)	SFE/Rendimiento (m ² /kg)
Parral	70900	8800	0,12	13523	0,65
Pérgola 1 metro	44000	14000	0,32	10533	1,33
Pérgola 2 metros	29100	10200	0,35	15342	0,66
Cordón libre	50300	28700	0,57	16955	1,69
GDC	27600	24900	0,90	18825	1,32
Sylvoz	36400	13900	0,38	18115	0,77

¹SFT: superficie foliar total. SFE: superficie foliar externa

Los mayores índices de Superficie Foliar Total (SFT) los obtuvieron los sistemas de conducción de parral y de cordón libre, siendo de 70900 y 50300 m²/Ha, respectivamente. Los otros sistemas de conducción mostraron superficies foliares totales inferiores (de 27600 a 44000 m²/ Ha, en GDC y pérgola 1 metro respectivamente). En cuanto a los valores de Superficie Foliar Expuesta (SFE), los sistemas que mayor superficie de vegetación externa mostraron fueron el cordón libre y el GDC con 28700 y 24900 m²/ Ha, respectivamente. El resto de sistemas se encontraron entre los 10000 y 14000 m² / Ha, siendo el de menor superficie foliar expuesta el sistema de parral, el cual no alcanzó los 10000 m²/Ha.

La superficie foliar externa se puede relacionar con la superficie foliar total para estimar la densidad de vegetación de los sistemas de conducción. Cuanto mayor es este valor, menor amontonamiento de la vegetación se produce favoreciendo un buen microclima de los racimos y repercutiendo en el desarrollo de una buena maduración y una buena calidad aromática. Algunos autores exponen que valores cercanos a la unidad son los ideales (Hidalgo, 1999). El sistema de conducción GDC es el que presentó un valor más alto de SFE/SFT (0,90). Por lo tanto, este sistema mostró un menor amontonamiento de la vegetación. Seguido al GDC se encontró el sistema de cordón libre con un valor de 0,57. A continuación los sistemas de pérgola 2 metros y pérgola 1 metro que mostraron valores similares de 0,35 y 0,32 respectivamente, y el sistema de parral con el valor más bajo (0,12) por lo que representó el sistema más vigoroso.

Los sistemas de conducción que presentaron valores más bajos de superficie foliar externa por kilogramo de uva fueron el parral, pérgola 2 metros y sylvoz (entre 0,65 y 0,77 m²/ kg). Los sistemas de GDC y pérgola 1 metro mostraron valores muy similares (1,32 y 1,33 m²/ kg respectivamente) y el sistema de conducción que mostró un valor más elevado fue el cordón libre (1,69 m²/ kg).

4.2 Parámetros enológicos generales

La Tabla 4 muestra los parámetros enológicos generales de los mostos. La vendimia se adelantó 1 o 2 semanas debido al riesgo de *Botrytis cinerea*, por ello los mostos presentaron elevados valores de acidez total y de ácido málico y bajos valores de pH. No existieron diferencias significativas en los valores de sólidos solubles totales, densidad, acidez total, pH y ácido tartárico en cuanto al sistema de conducción empleado. Teniendo en cuenta que el índice que relaciona la superficie foliar externa con el rendimiento fue muy baja en el parral y pérgola 2 metros (Tabla 3), no parece que haya influido una baja superficie foliar externa en la acumulación de azúcares. Este hecho puede deberse a que el rendimiento conseguido en cada sistema se compensa con la superficie foliar externa obtenida.

Sin embargo, el sistema de conducción afectó significativamente al contenido de ácido málico, nitrógeno fácilmente asimilable y potasio de los mostos. En cuanto a los valores de ácido málico, los mostos obtenidos del parral presentaron un valor más elevado de este ácido. Esto puede ser debido a que los racimos estuvieron peor expuestos a la radiación solar como se observa en el índice de densidad de vegetación (SFE/SFT) (Tabla 3). Los valores más bajos de ácido málico fueron para los mostos obtenidos en el sistema de pérgola 2 metros y de GDC. El GDC fue el sistema que mejor tuvo expuestos los racimos ya que posee menor grado de amontonamiento de la vegetación, es por esto que pudo tener un valor más bajo de ácido málico.

Los contenidos en FAN y potasio más bajos se obtuvieron con los mostos de los sistemas de GDC y pérgola 2 metros. Se podría decir que la buena exposición de racimos también influyó en estos parámetros observándose una menor acumulación de estos elementos en las bayas cuanto mejor es dicha exposición. De hecho, se ha observado que una escasa maduración de la uva conlleva a una mayor acumulación del nitrógeno mineral y aminado (Hidalgo, 2006).

La Tabla 5 muestra los parámetros enológicos de los vinos obtenidos a partir de los diferentes sistemas de conducción. Ninguno de los vinos realizó la fermentación maloláctica debido a la ausencia de ácido láctico. Al igual que lo observado en los mostos (Tabla 4), no se encontraron diferencias significativas en los valores de pH, sin embargo, se observó que los vinos obtenidos a partir del sistema GDC mostraron los valores más bajos de acidez total.

Los bajos valores de acidez volátil obtenidos indicaron ausencia de alteraciones microbianas durante la fermentación alcohólica. No se observaron diferencias significativas en el grado alcohólico de los vinos, debido probablemente a la compensación del rendimiento de los distintos sistemas con la superficie foliar externa. El parámetro que más varió entre los vinos fue el de sulfuroso libre, pero no es como consecuencia de los sistemas de conducción, si no que puede ser debido a diferencias en la manipulación del producto al añadir las dosis de sulfuroso.

Tabla 4. Parámetros enológicos de los mostos

	Parral	Pérgola 1 M	Pérgola 2 M	Cordón libre	GDC	Sylvoz
SST ¹ (°Brix)	21.50±0.57 a	21.25±1.48 a	20.90±1.41 a	20.60±0.00 a	19.60±0.99 a	19.85±1.34 a
Densidad (g/L)	1.0906±0.0024 a	1.0892±0.0067 a	1.0875±0.0063 a	1.0865±0.0003 a	1.0820±0.0043 a	1.0830±0.0063 a
A.T. ² (g/L)	14.21±0.46 a	13.90±1.33 a	11.76±1.09 a	13.84±0.09 a	13.14±0.49 a	13.56±0.85 a
pH	2.91±0.03 a	2.92±0.08 a	2.93±0.07 a	2.95±0.03 a	2.90±0.01 a	2.91±0.03 a
Tartárico (g/L)	7.70±0.20 a	7.09±0.81 a	7.70±0.25 a	7.62±0.01 a	8.25±0.07 a	7.89±0.11 a
A.Malico (g/L)	7.63±0.29 b	7.58±0.45 b	4.90±0.81 a	7.35±0.08 b	5.90±0.31 ab	6.72±0.83 ab
FAN ³ (mg/L)	349.95±0.92 b	309.75±44.76 ab	227.05±28.21 a	342.75±28.78 b	236.40±10.32 a	262.65±14.64 ab
Potasio (mg/L)	1075.50±10.61 b	1058.50±47.38 b	923.00±19.80 a	1172.50±19.09 c	1022.00±32.53 b	1079.00±1.41 b

¹SST: sólidos solubles totales. ²A.T.: acidez total. ³FAN: nitrógeno fácilmente asimilable. Los valores son medias ± S.D. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Tabla 5. Parámetros enológicos de los vinos

	Parral	Pérgola 1 M	Pérgola 2 M	Cordón libre	GDC	Sylvoz
pH	2.68±0.02 a	2.69±0.16 a	2.72±0.08 a	2.74±0.01 a	2.65±0.04 a	2.68±0.06 a
A.V. ¹ (g/L)	0.40±0.03 a	0.43±0.05 a	0.41±0.05 a	0.38±0.01 a	0.39±0.02 a	0.40±0.06 a
A.T. ² (g/L)	13.72±0.27 b	13.61±1.14 b	11.86±0.77 a	13.17±0.15 ab	12.95±0.45 ab	13.17±0.67 ab
AZ.Redu ³ (g/L)	2.66±0.16 a	2.67±0.32 a	2.83±0.44 a	2.86±0.18 a	2.43±0.23 a	2.40±0.15 a
A.Tartárico (g/L)	4.66±0.05 ab	4.24±0.54 a	4.49±0.30 ab	4.35±0.13 ab	4.92±0.31 b	4.61±0.22 ab
A.Malico (g/L)	6.30±0.18 c	6.43±0.45 c	4.39±0.49 a	6.22±0.03 c	5.20±0.27 b	5.77±0.53 b
A.Lactico (g/L)	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a
Etanol (%vol)	12.62±0.24 a	12.44±1.00 a	12.50±0.77 a	12.14±0.08 a	11.63±0.49 a	11.71±0.71 a
F-SO ₂ ⁴ (mg/L)	6.05±0.39 a	7.70±0.57 bc	8.55±0.87 c	7.20±0.42 b	8.08±0.33 bc	7.50±0.63 bc
T-SO ₂ ⁵ (mg/L)	61.75±6.02 a	65.50±4.95 a	62.50±3.32 a	59.50±3.87 a	57.25±2.99 a	65.25±4.03 a

¹A.V.: acidez volátil. ²A.T.: acidez total. ³AZ Redu: azúcares reductores. ⁴F-SO₂: sulfuroso libre. ⁵T-SO₂: sulfuroso total. Los valores son medias ± S.D. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

4.3 Resultados de los análisis de compuestos volátiles

En la Tabla 6 se muestran los compuestos volátiles de los vinos analizados por cromatografía de gases, así como sus umbrales de detección y descriptores aromáticos obtenidos por diversos autores.

Tabla 6. Compuestos volátiles obtenidos por cromatografía de gases de las 6 muestras que corresponden a cada sistema de conducción

	Descriptor aromático	Umbral de detección µg/L	Referencia
Alcoholes C6			
1-Hexanol	Hierba cortada	8000	Francis & Newton, 2005
(Z)-3-Hexen-1-ol	Hierba cortada	400	Francis & Newton, 2005
Alcoholes			
2-metil-1-propanol	Vino, solvente, acerbo	40000	Francis & Newton, 2005
1-Butanol	Medicinal	74000	Noguerol-Pato et al, 2013
3-Metil-1-pentanol	Vinoso, herbáceo, coco	50000	X.-C. Wang et al, 2017
4-Metil-1-pentanol	Almendra, tostado	5000	X.-C. Wang et al, 2017
2,3-butanediol	Afrutado	150000	Sánchez-Palomo et al, 2017
2-etil-hexanol	Champiñón, dulce	5	X.-j. Wang et al, 2017
2-Phenylethanol	Miel, especia, rosa, lila	14000,10000	Francis & Newton, 2005
Alcohol isoamílico	Whiskey, malta, quemado	30000	Francis & Newton, 2005
Ésteres etílicos			
Hexanoato de etilo	Piel de manzana, fruta	14, 5	Francis & Newton, 2005
Octanoato de etilo	Fruta, mantequilla	5, 2	Francis & Newton, 2005
Decanoato de etilo	Uva	200	Francis & Newton, 2005
Succinato de dietilo	Fruta ligera, vinoso	6000	X.-C. Wang et al, 2017
Lactato de etilo	Láctico, frambuesa	154636	X.-C. Wang et al, 2017
Malato de dietilo	Sobremaduro, melocotón, ciruela	760000	Sánchez-Palomo et al, 2017
Acetatos			
Isoamil acetato	Plátano	30	Francis & Newton, 2005
Acetato de hexilo	Agradable, afrutado, pera	1500	X.-C. Wang et al, 2017
2-fenilacetato	Rosa, miel, tabaco	250	Francis & Newton, 2005
Ácidos			
Ácido acético	agrio (picante, vinagre)	200000	Francis & Newton, 2005
Ácido hexanoico	sudor	420	Francis & Newton, 2005
Ácido octanoico	Sudor, queso	500	Francis & Newton, 2005
Ácido decanoico	Rancio, mantequilla	1000	Francis & Newton, 2005
Ácidos 2,3-metilbutanoico	Sudor, agrio, rancio	33,4	Francis & Newton, 2005
Monoterpenoles			
Terpinel-4-ol	Iris, Floral	5	Noguerol-Pato et al, 2012
Trans piranóxido de linalol	Floral	-	Caliari et al, 2015
Linalol	Flor, lavanda	25,2	Francis & Newton, 2005
α-Terpineol	Placentero, floral	250	X.-C. Wang et al, 2017
C13-norisoprenoides			
β-damascenona	Manzana, rosa, miel	0.05	Francis & Newton, 2005
Fenoles volátiles			
4-vinilguayacol	Clavo, curry	10, 40	Francis & Newton, 2005
4-vinilfenol	Fenólico, farmacéutico	1,5	Ferreira et al., 2000

En la Figura 14 se muestran las familias de compuestos volátiles y sus concentraciones en los vinos de Albariño obtenidos bajo distintos sistemas de conducción. Se analizaron 31 compuestos agrupados en 8 familias: 2 alcoholes C6, 8 alcoholes superiores, 6 ésteres etílicos, 3 acetatos, 5 ácidos, 4 monoterpenos, 1 C13 norisoprenoide y 2 fenoles volátiles.

En todos los vinos analizados, los compuestos volátiles mayoritarios fueron los alcoholes superiores y los ésteres etílicos. Estos resultados están de acuerdo con los observados por otros autores en vinos monovarietales de Albariño (Vilanova et al., 2010; Vilanova et al., 2007). Se pudo observar que los vinos obtenidos a partir del sistema de conducción de sylvoz fueron los que mostraron el menor contenido en compuestos volátiles, especialmente en alcoholes superiores. Los vinos pertenecientes al sistema de conducción GDC fueron los siguientes con menor cantidad de compuestos volátiles. Por el contrario, los vinos obtenidos a partir de los sistemas de conducción de cordón libre y parral fueron los que mayor contenido de compuestos volátiles mostraron.

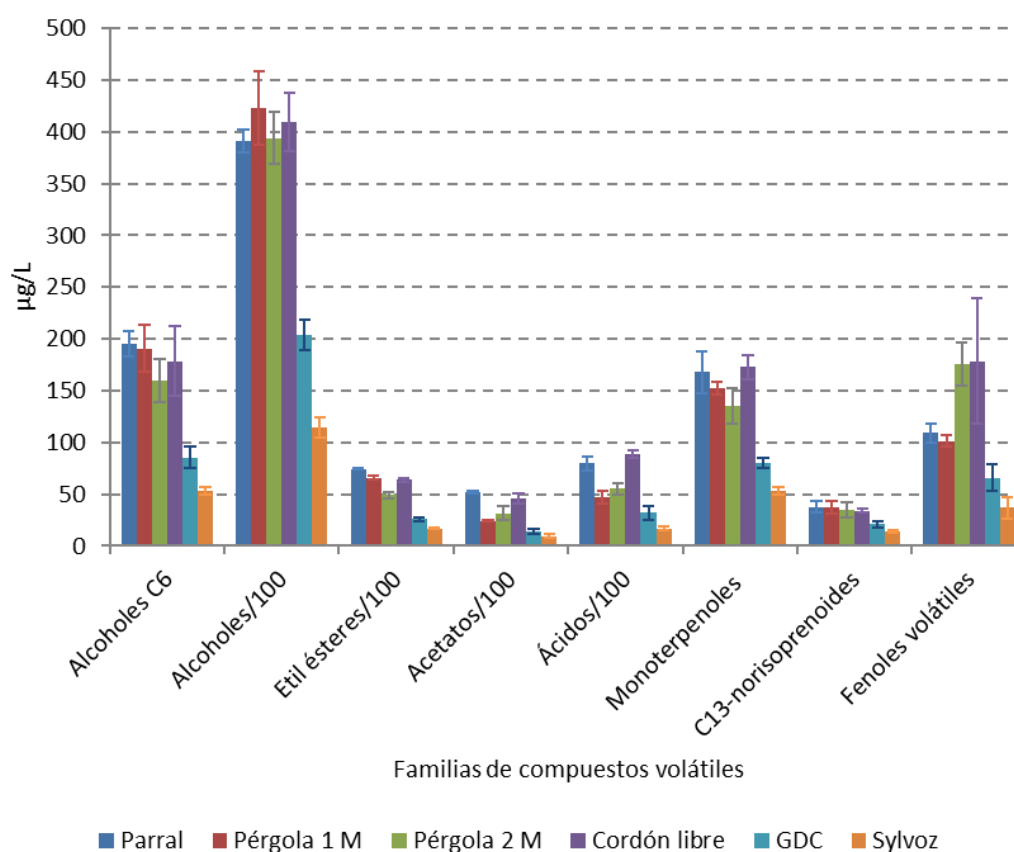


Figura 14. Compuestos volátiles y sus concentraciones en cada vino

En la Tabla 7 se exponen los porcentajes en los que se encuentran las distintas familias de compuestos volátiles en los vinos obtenidos de los diferentes sistemas de conducción.

Tabla 7. Proporción existente de los compuestos volátiles en los distintos sistemas de conducción.

(%)	Parral	P1M ¹	P2M ²	CL ³	GDC	Sylvoz
Alcoholes C6	0,32	0,34	0,30	0,29	0,31	0,34
Alcoholes	64,89	74,86	73,70	66,82	73,19	71,92
Ésteres etílicos	12,35	11,68	9,16	10,38	9,36	10,72
Acetatos	8,66	4,32	5,85	7,44	5,11	5,85
Ácidos totales	13,25	8,29	10,35	14,44	11,43	10,52
Monoterpenoles	0,28	0,27	0,25	0,28	0,29	0,34
C13 Norisoprenoides	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,09
Fenoles Volátiles	0,18	0,18	0,33	0,29	0,24	0,23

¹P1M: pérgola 1 metro. ²P2M: pérgola 2 metros. ³CL: cordón libre.

Los resultados obtenidos indicaron que el sistema de conducción no modificó la distribución de las familias de compuestos volátiles de los vinos elaborados. De hecho, los alcoholes superiores fueron los compuestos mayoritarios en todos los vinos analizados y representaron entre el 64,89 y 74,86 % del contenido total. Los vinos obtenidos del sistema de conducción en parral fueron los que menor porcentaje tuvieron y los vinos pertenecientes a pérgola 1 metro los que mayor porcentaje mostraron. Del mismo modo, los ésteres etílicos representaron entre el 9,16 y el 12,35 % del contenido total en todos los vinos analizados. Los que menor proporción presentaron fueron los vinos obtenidos del sistema de conducción de pérgola 2 metros muy seguido de cerca por los vinos pertenecientes al sistema de conducción GDC con un porcentaje de 9,36 %. Los vinos que presentaron un mayor porcentaje en estos compuestos fueron los elaborados con el sistema de conducción de parral. Con respecto a la familia de ácidos, ésta se encontró en proporciones similares a las de los ésteres etílicos y presentaron entre el 8,29 y 14,44 % del contenido total, siendo los vinos obtenidos de la pérgola 1 metro los que menor porcentaje presentaron y los pertenecientes al cordón libre los que mayor porcentaje mostraron. Por otra parte, los acetatos presentaron entre el 4,32 y el 8,66 % siendo la cuarta familia que mayor presencia tuvo en los vinos. Los vinos obtenidos de la pérgola 1 metro fueron los que menor porcentaje tuvieron en estos compuestos, mientras que los obtenidos con parral mostraron la mayor proporción. Finalmente, las familias de alcoholes C6, monoterpenoles, fenoles volátiles y C13 norisoprenoides presentaron en todos los vinos porcentajes inferiores al 0,4 % del contenido total.

La Tabla 8 muestra los compuestos volátiles individuales cuantificados en los vinos de Albariño obtenidos bajo distintos sistemas de conducción.

Tabla 8. Contenido en compuestos volátiles de los vinos

	Parral	Pérgola 1 M	Pérgola 2M	Cordón libre	GDC	Sylvoz
Alcoholes C6						
1-Hexanol	159.04±9.93 b	152.01±22.57 b	114.84±20.23 b	142.31±33.05 b	67.64±9.20 a	43.47±3.57 a
(Z)-3-Hexen-1-ol	36.08±7.02 b	38.46±3.06 b	44.89±4.81 b	36.39±7.50 b	17.89±3.68 a	10.06±1.28 a
<i>Alcoholes C6 totales</i>	195.11±12.16 b	190.47±22.77 b	159.73±20.80 b	178.70±33.89 b	85.54±9.91 a	53.53±3.79 a
Alcoholes						
2-metil-1-propanol	906.30±44.58 d	679.65±38.12 c	604.57±15.88 c	858.98±93.11 d	320.32±35.53 b	192.21±14.46 a
1-Butanol	49.28±0.71 c	48.48±8.75 c	39.74±8.73 bc	52.76±8.55 c	25.84±12.42 ab	11.59±0.45 a
3-Metil-1-pentanol	28.37±0.96 bc	36.38±3.79 c	28.61±2.97 bc	36.47±7.47 c	23.72±1.93 b	12.48±2.31 a
4-Metil-1-pentanol	115.10±4.45 a	75.71±3.68 a	106.57±72.66 a	39.75±8.96 a	58.36±47.03 a	79.60±37.56 a
2,3-butanediol	85.87±2.63 d	35.22±3.26 b	33.91±4.84 b	43.79±3.82 c	20.06±3.25 a	14.63±2.93 a
2-etil-hexanol	47.74±2.75 c	47.98±4.41 c	35.98±3.84 b	35.08±3.37 b	21.53±3.94 a	15.34±0.50 a
2-fenilethanol	9655.21±120.09 b	12695.52±906.62bc	13414.95±2269.38c	10489.06±1165.51bc	5819.75±864.93 a	3292.65±170.60a
Alcohol isoamílico	28209.13±1123.11c	28668.71±3452.82c	25128.65±1008.89c	29403.11±2554.98 c	14065.41±1188.18b	7816.29±966.97a
<i>Alcoholes totales</i>	39096.99±1130.41c	42287.66±3570.08c	39392.98±2484.67c	40959.01±2809.85 c	20354.98±1470.90b	11434.78±982.74a
Ésteres etílicos						
Hexanoato de etilo	1214.56±0.05 d	987.46±73.71 c	994.38±77.59 c	1277.38±60.02 d	543.24±58.27 b	310.28±41.62 a
Octanoato de etilo	880.73±22.13 c	626.23±35.14 b	649.62±88.36 b	917.99±80.38 c	321.98±17.48 a	200.97±28.56 a
Decanoato de etilo	227.62±3.66 c	124.27±11.37 b	152.73±6.44 b	255.25±36.89 c	79.63±4.20 a	47.18±2.80 a
Succinato de dietilo	1147.78±16.11 c	1156.19±28.18 c	952.40±174.69 c	724.31±50.72 b	379.82±64.10 a	284.84±30.09 a
Lactato de etilo	517.73±27.01 e	435.85±55.71 d	330.70±32.81 c	459.69±39.82 de	183.75±23.19 b	109.11±8.46 a
Malato de dietilo	3452.17±15.81 d	3265.53±130.35 d	1817.16±287.43 b	2728.66±117.49 c	1095.70±135.99 a	751.57±67.02 a
<i>Ésteres etílicos totales</i>	7440.59±41.74 e	6595.51±166.40 d	4897.01±357.88 c	6363.28±171.42 d	2604.13±163.88 b	1703.96±89.58 a
Acetatos						
Acetato de isoamilo	4716.27±160.78 d	2126.52±69.26 bc	2714.19±670.49 c	4053.48±489.65 d	1262.13±278.74 ab	807.66±173.01 a
Acetato de hexilo	79.40±2.27 c	43.40±2.34 b	47.08±7.76 b	68.61±13.11 c	25.17±1.75 a	17.89±1.80 a
2-fenilacetato	419.91±0.08 c	271.25±32.81 b	363.42±53.13 c	436.34±44.07 c	134.72±23.51 a	104.89±23.23 a
<i>Acetatos totales</i>	5215.58±160.79 c	2441.17±76.68 b	3124.69±672.64 b	4558.53±491.81 c	1422.03±279.73 a	930.44±174.57 a
Ácidos						
Ácido acético	34.64±1.84 b	42.02±6.98 b	35.70±7.18 b	40.79±4.54 b	17.05±1.19 a	11.14±1.99 a
Ácido hexanoico	1189.23±6.11 d	851.09±32.36 c	945.84±52.86 c	1379.51±48.69 e	514.68±56.12 b	313.27±48.19 a
Ácido octanoico	6532.03±657.74 d	3681.44±577.75 c	4411.26±536.24 c	7159.72±357.70 d	2541.14±692.07 b	1304.82±176.75 a
Ácido decanoico	166.64±9.65 c	55.67±6.32 ab	93.13±21.75 b	225.12±32.97 d	81.02±26.69 ab	30.56±6.08 a
Ácidos 2,3-metilbutanoico	62.06±2.54 c	50.49±5.64 bc	45.09±3.79 b	43.78±11.40 b	23.86±3.06 a	13.18±5.93 a
<i>Ácidos totales</i>	7984.60±657.85 d	4680.71±578.76 c	5531.02±539.34 c	8849.92±362.71 d	3177.74±694.86 b	1672.97±183.41 a
Monoterpenoles						
Terpinel-4-ol	30.04±1.78 b	36.95±4.33 c	26.99±1.65 b	36.18±3.69 c	16.47±1.87 a	11.00±1.52 a
Trans piranóxido de linalol	58.22±5.59 c	39.76±4.88 b	41.30±5.33 b	62.06±6.76 c	23.40±2.16 a	16.46±1.74 a
Linalol	45.80±18.85 b	41.65±0.31 b	30.32±9.82 ab	41.44±8.59 b	19.51±2.21 a	12.17±2.17 a
α-Terpineol	33.64±2.30 b	33.92±0.10 b	36.92±13.29 b	33.28±2.51 b	20.31±3.30 ab	13.68±1.21 a
<i>Monoterpenoles totales</i>	167.69±19.88 c	152.28±6.53 bc	135.53±17.44 b	172.95±11.80 c	79.70±4.89 a	53.31±3.40 a
C13-norisoprenoides						
β-damascenona	37.87±5.15 b	37.64±6.30 b	34.36±7.47 b	33.82±1.88 b	20.82±2.61 a	13.95±1.34 a
<i>C13-norisoprenoides totales</i>	37.87±5.15 b	37.64±6.30 b	34.36±7.47 b	33.82±1.88 b	20.82±2.61 a	13.95±1.34 a
Fenoles volátiles						
4-vinilguayacol	42.03±5.21 d	30.47±2.34 c	35.84±3.48 cd	37.70±3.54 d	16.46±0.91 b	9.79±0.99 a
4-vinilfenol	66.95±7.38 ab	71.07±5.34 ab	139.62±20.61 b	140.99±60.28 b	49.27±12.66 a	26.93±10.37 a
<i>Fenoles volátiles totales</i>	108.99±9.03 ab	101.54±5.83 ab	175.46±20.90 b	178.69±60.38 b	65.73±12.69 a	36.72±10.42 a

Valores expresados en µg/L

Respecto a los alcoholes C6, los vinos adquiridos a partir de los sistemas de conducción de GDC y sylvoz fueron los que mostraron menores contenidos. El alcohol C6 mayoritario en todos los vinos analizados fue el 1-Hexanol, que proporciona al vino aromas a hierba cortada (Tabla 6).

En cuanto a los alcoholes, los vinos obtenidos con el sistema de conducción sylvoz mostraron los valores más bajos. Los sistemas de conducción de parral, pérgola 1 metro, pérgola 2 metros y cordón libre dieron lugar a los vinos con mayor contenido en alcoholes superiores. Los alcoholes mayoritarios en todos los vinos fueron el 2-feniletanol y el alcohol isoamílico, que presentan notas a rosa y whiskey, respectivamente (Tabla 6).

Por otra parte, los vinos que presentaron menor contenido en ésteres etílicos fueron los correspondientes al sistema de conducción sylvoz, seguidos de los del GDC y los de pérgola 2 metros. Los vinos pertenecientes al parral fueron los que más contenido en estos compuestos mostraron. El éster etílico mayoritario en todos los vinos fue el malato de dietilo que muestra aromas a fruta sobremadura, melocotón y ciruela (Tabla 6).

En relación con los acetatos y los ácidos, los vinos que revelaron menor contenido en estos compuestos fueron los obtenidos con el sistema de conducción sylvoz y GDC mientras que los vinos correspondientes al parral y cordón libre fueron los que más contenido mostraron. El acetato mayoritario con diferencia presente en todos los vinos fue el acetato de isoamilo que confiere aromas al vino a plátano y el ácido más abundante en los mismos fue el ácido octanoico aporta aromas menos agradables a sudor y queso (Tabla 6).

En cuanto a los monoterpenoles, y al igual que lo observado en las otras familias de compuestos volátiles, los vinos obtenidos a partir de los sistemas de conducción de sylvoz y GDC presentaron el menor contenido, mientras que los vinos procedentes de parral y cordón libre mostraron ser los que mayor cantidad en dicha familia de compuestos volátiles. El trans piranóxido de linalol y el linalol fueron los compuestos más abundantes dentro de esta familia, los cuales aportan al vino notas florales (Tabla 6).

Respecto a los C13-norisoprenoides, sólo se pudo identificar la β -damascenona, que es el compuesto responsable de aromas a manzana, rosa y miel en los vinos (Tabla 6). Los vinos correspondientes a los sistemas de conducción sylvoz y GDC mostraron menor contenido en este compuesto mientras los vinos procedentes del resto de sistemas de conducción presentaron mayor contenido no existiendo diferencias significativas entre ellos.

Por último, en cuanto a los fenoles volátiles, los vinos obtenidos con el sistema de conducción sylvoz presentaron los valores más bajos en el contenido de dichos compuestos. Los vinos correspondientes a los sistemas de conducción de pérgola 2 metros y cordón libre fueron los que mayor contenido mostraron. El 4-vinilfenol fue el fenol volátil mayoritario en todos los vinos y aporta aromas descritos como farmacéuticos (Tabla 6).

Los resultados obtenidos en cuanto a los contenidos en familias de compuestos volátiles, así como sus compuestos mayoritarios están de acuerdo con los descritos por otros autores en vinos monovarietales de Albariño (Vilanova et al., 2007; Vilanova et al., 2010).

La Tabla 9 muestra los valores de actividad odorante (OAV) de los vinos analizados. La actividad odorante fue calculada como el ratio entre la concentración del compuesto y su umbral de detección. Generalmente se considera que compuestos con OAV > 1 tienen impacto sensorial, tanto mayor cuanto mayor sea este valor.

Tabla 9. Valores de actividad odorante (OAV) de los vinos

	Parral	Pérgola 1 M	Pérgola 2M	Cordón libre	GDC	Sylvoz
Alcoholes C6						
1-Hexanol	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
(Z)-3-Hexen-1-ol	0,09	0,10	0,11	0,09	0,04	0,03
Alcoholes						
2-metil-1-propanol	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00
1-Butanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3-Metil-1-pentanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4-Metil-1-pentanol	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
2,3-butanediol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2-etil-hexanol	9,55	9,60	7,20	7,02	4,31	3,07
2-Phenylethanol	0,97	1,27	1,34	1,05	0,58	0,33
Alcohol isoamílico	0,94	0,96	0,84	0,98	0,47	0,26
Ésteres etílicos						
Hexanoato de etilo	86,75	70,53	71,03	91,24	38,80	22,16
Octanoato de etilo	176,15	125,25	129,93	183,60	64,40	40,19
Decanoato de etilo	1,14	0,62	0,76	1,28	0,40	0,24
Succinato de dietilo	0,19	0,19	0,16	0,12	0,06	0,05
Lactato de etilo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Malato de dietilo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acetatos						
Isoamil acetato	175,21	70,88	90,47	135,12	42,07	26,92
Acetato de hexilo	0,05	0,03	0,03	0,05	0,02	0,01
2-fenilacetato	1,68	1,09	1,45	1,75	0,54	0,42
Ácidos						
Ácido acético	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ácido hexanoico	2,83	2,03	2,25	3,28	1,23	0,75
Ácido octanoico	13,06	7,36	8,82	14,32	5,08	2,61
Ácido decanoico	0,17	0,06	0,09	0,23	0,08	0,03
Ácidos 2,3-metilbutanoico	1,88	1,53	1,37	1,33	0,72	0,40
Monoterpenoles						
Terpinel-4-ol	6,01	7,39	5,40	7,23	3,29	2,20
Linalol	22,90	20,83	15,16	20,72	9,76	6,09
α -Terpineol	0,13	0,14	0,15	0,13	0,08	0,05
C13-norisoprenoides						
β -damascenona	757,30	752,70	687,20	676,30	416,40	279,30
Fenoles volátiles						
4-vinilguayacol	4,20	3,05	3,58	3,77	1,65	0,98
4-vinilfenol	13,39	14,21	27,92	28,20	9,85	5,39

Valores en negrita indican OAV > 1

Al igual que lo observado por otros autores en vinos monovarietales de Albariño (Vilanova et al., 2010), la β -damascenona (notas a manzana, rosa y miel), el octanoato de etilo (aromas a fruta, mantequilla), el acetato de isoamilo (plátano) y el hexanoato de etilo (piel de manzana, fruta) fueron los compuestos que más contribuyeron al aroma de los vinos analizados, independientemente del sistema de conducción empleado.

Los compuestos 2-etilhexanol (champiñón, dulce), ácido octanoico (sudor, queso), terpinel-4-ol (iris, floral), linalol (flor, lavanda) y 4-vinilfenol (fenólico, farmacéutico)

también contribuyeron al aroma de todos los vinos analizados, pero en menor medida que los anteriores ya que mostraron unos valores de actividad odorante más reducidos, aunque siguieron siendo valores a tener en cuenta.

En cuanto al ácido hexanoico (sudor) y el 4-vinilguayacol (clavo, curry) contribuyeron al aroma de los vinos excepto para los vinos obtenidos del sylvoz, ya que su valor de actividad odorante no alcanzó la unidad. Del mismo modo, el 2-fenilacetato (rosa, miel, tabaco) y los ácidos 2,3-metilbutanoico (sudor, agrio, rancio) no tuvieron impacto en el aroma para los vinos correspondientes a los sistemas de conducción sylvoz y GDC, mientras que los valores de actividad odorante de los vinos pertenecientes a los otros sistemas de conducción fueron ligeramente superiores a la unidad. El 2-feniletanol (miel, especia, rosa, lila) fue un compuesto que no tuvo influencia en el aroma en los vinos obtenidos de los sistemas de conducción sylvoz, GDC y parral, mientras que el decanoato de etilo (uva) no tuvo ninguna influencia para los sistemas de sylvoz, GDC, pérgola 1 metro y pérgola 2 metros, siendo los valores de actividad odorante de estos compuestos en los vinos donde sí tuvo influencia muy cercanos a la unidad.

Se debe tener en cuenta que en general, los vinos obtenidos a partir de los sistemas de conducción de parral y cordón libre fueron los que presentaron los valores más altos de actividad odorante para todos los compuestos volátiles analizados, mientras que los elaborados a partir de los sistemas GDC y el sylvoz fueron los que presentaron los valores más bajos de actividad odorante.

4.4 Análisis sensorial

Por último, se realizó un análisis sensorial de los vinos.

i) Fase visual

En la Tabla 10 se presentan los valores medios y sus desviaciones de las puntuaciones otorgadas a los atributos de la fase visual del análisis sensorial por los 13 catadores participantes en la sesión. Los vinos obtenidos con el sistema de conducción sylvoz fueron percibidos por los catadores como los de mayor intensidad de color (valor medio de 2,23), mientras que los de pérgola 1 metro, pérgola 2 metros y cordón libre fueron los que menor intensidad de color mostraron. Los vinos obtenidos de los sistemas de conducción parral y GDC presentaron un valor medio de 1,92 situándose entre los vinos del resto de sistemas de conducción.

Con respecto a la tonalidad, los vinos correspondientes al sylvoz obtuvieron las mayores puntuaciones, indicando que éste vino mostraba un nivel más alto de oxidación.

Tabla 10. Puntuaciones obtenidas en la fase visual del análisis sensorial

Vino	Intensidad de color	Tonalidad
Parral	1,92±0,64	1,38±0,77
Pérgola 1 metro	1,69±0,63	1,15±0,69
Pérgola 2 metros	1,69±0,85	1,08±0,64
Cordón libre	1,69±0,63	1,00±0,71
GDC	1,92±0,76	1,46±0,88
Sylvoz	2,23±0,83	1,62±0,87

ii) Fase aromática

En la Figura 15 se representa el espacio GPA de la fase aromática. Los vinos de Albariño situados en la dimensión vectorial definida por los dos primeros factores representaron el 68,65 % de la variación total. Se observó diferenciación de los vinos según su calidad aromática. Así, los vinos obtenidos a partir del sistema de conducción de cordón libre fueron percibidos como los más complejos aromáticamente, destacando por aromas a fruta blanca, fruta de hueso, notas florales y de levadura, así como notas a frutos secos y herbáceas. Por otro lado, los vinos obtenidos a partir de los sistemas de conducción de pérgola 1 metro y de sylvoz estuvieron correlacionados con aromas a fruta cítrica, fruta madura y con notas balsámicas y minerales. Por último, los vinos obtenidos a partir de los sistemas de GDC, pérgola 2 metros y parral fueron identificados como los menos intensos en los atributos anteriormente citados.

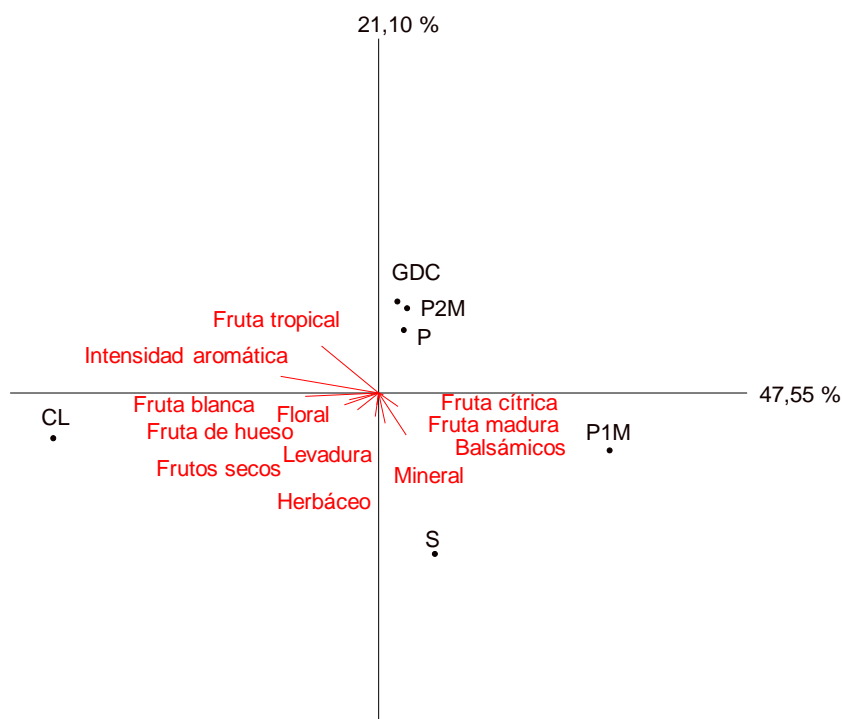


Figura 15. GPA fase aromática. CL: cordón libre, GDC: geneva double curtain, P1M: pérgola 1 metro, P2M: pérgola 2 metros, S: sylvoz, P: parral.

iii) Fase gustativa

En la Figura 16 se representa el espacio GPA de la fase gustativa. Los vinos de Albariño situados en la dimensión vectorial definida por los dos primeros factores representaron el 66,65% de la variación total. Al igual que lo observado en la fase aromática del análisis sensorial, los vinos elaborados a partir de uvas cultivadas en el sistema de conducción de cordón libre fueron los más complejos gustativamente, estando correlacionados con notas ácidas, saladas, amargas, dulces y secas en boca. Sin embargo, los vinos elaborados a partir de uvas cultivadas en el sistema de conducción de GDC destacaron por un mayor volumen y suavidad en boca. Por otro lado, el resto de vinos analizados no destacaron por ningún descriptor gustativo.

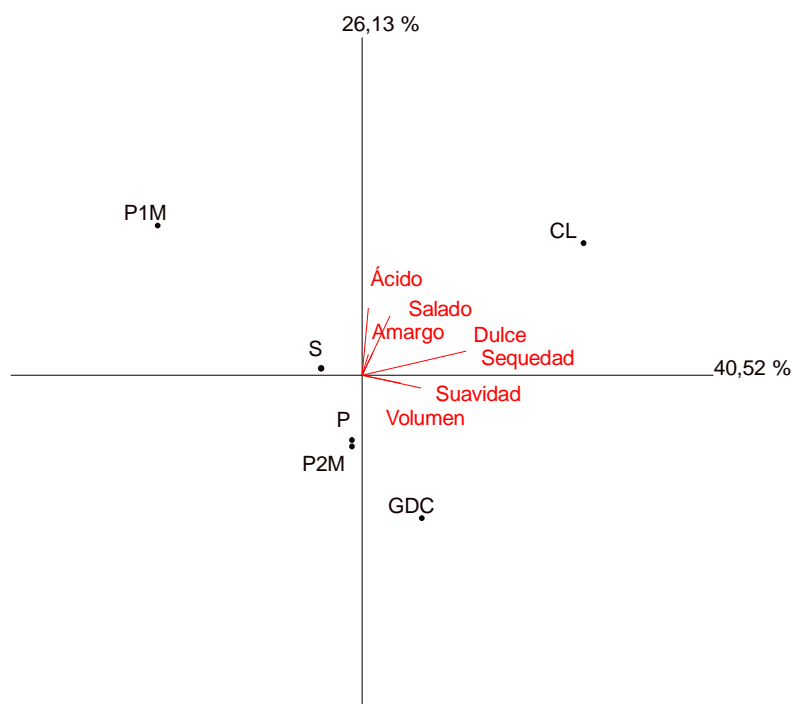


Figura 16. GPA fase gustativa. CL: cordón libre, GDC: geneva double curtain, P1M: pérgola 1 metro, P2M: pérgola 2 metros, S: sylvoz, P: parral.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente Trabajo Fin de Grado han permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- No existieron diferencias significativas en los valores de sólidos solubles totales, densidad, acidez total, pH y ácido tartárico de los mostos en cuanto al sistema de conducción empleado. Sin embargo, el sistema de conducción afectó significativamente al contenido de ácido málico, nitrógeno fácilmente asimilable y potasio de los mostos, siendo en general, los mostos obtenidos por el sistema de pérgola 2 metros los que mostraron los valores más bajos de estos parámetros. Por otro lado, no se observaron diferencias significativas en el grado alcohólico de los vinos en cuanto al sistema de conducción empleado.
- El sistema de conducción no modificó la distribución de las familias de compuestos volátiles de los vinos elaborados, siendo los alcoholes superiores y los ésteres etílicos los compuestos mayoritarios en todos los vinos analizados.
- Los vinos obtenidos a partir del sistema de conducción de GDC y sylvoz fueron los que mostraron el menor contenido en compuestos volátiles, especialmente en alcoholes superiores. Los vinos obtenidos a partir de los sistemas de conducción de cordón libre y parral fueron los que mayor contenido de compuestos volátiles mostraron.
- La β -damascenona, el octanoato de etilo, el acetato de isoamilo y el hexanoato de etilo fueron los compuestos que más contribuyeron al aroma de los vinos analizados, independientemente del sistema de conducción empleado.
- En el análisis sensorial, los vinos obtenidos con el sistema de conducción sylvoz mostraron la mayor intensidad de color y tonalidad. Los vinos obtenidos a partir del sistema de conducción de cordón libre fueron los más complejos aromáticamente, destacando por aromas a fruta blanca, fruta de hueso, notas florales y de levadura, así como notas a frutos secos y herbáceas. Por otro lado, los vinos obtenidos a partir de los sistemas de conducción de pérgola 1 metro y de sylvoz estuvieron correlacionados con aromas a fruta cítrica, fruta madura y con notas balsámicas y minerales. Los vinos obtenidos a partir de los sistemas de GDC, pérgola 2 metros y parral fueron identificados como los menos intensos en los atributos anteriormente citados. En la fase gustativa, los vinos elaborados a partir de uvas cultivadas en el sistema de conducción de cordón libre fueron los más complejos gustativamente, mientras que los elaborados a partir de uvas cultivadas en el sistema de conducción de GDC destacaron por un mayor volumen y suavidad en boca.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BAEZA P, LISSARRAGUE JR, & SANCHEZ P., 2001. Sistemas de conducción del viñedo. Grupo de Investigación en Viticultura UPM.
- CALIARI V, PRETTO PANCERI C, PIERRE ROSIER J & BORDIGNON-LUIZ M.T., 2015. Effect of the Traditional, Charmat and Asti method production on the volatile composition of Moscato Giallo sparkling wines. *LWT - Food Science and Technology* 61: 393-400.
- CARBONNEAU, A. (1976). Principes et méthodes de mesure de la surface foliaire. Essai de caractérisation des types de feuilles dans le genre *Vitis*. *Annales de l'Amélioration des Plantes* 26: 327-43.
- DE LA FUENTE LLOREDA M & LISSARRAGUE JR., 2010. Sistemas libres y no posicionados (sprawl) como alternativa a los sistemas verticales posicionados (VSP). Grupo de Investigación en Viticultura UPM.
- FERREIRA V, LOPEZ R, & CACHO J.F., 2000. Quantitative determination of odorants of young red wines from different grape varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 1659-1667.
- FRANCIS IL, & NEWTON JL, 2005. Determining wine aroma from compositional data. *Australian Journal of grape and Wine Research* 11: 114-126.
- HIDALGO J, 2006. La calidad del vino desde el viñedo. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- HIDALGO L, 1999. Poda de la vid. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- JACKSON D, 2001. Monographs in cool climate viticulture- Pruning and training. Daphne Brasell Associates Ltd.
- NAN L, LIU L, ZHAO X, QIU S, WANG H, & LI H, 2013. Effect of alternative new pruning system and harvesting times on aroma compounds of Young wines from Ecolly (*Vitis vinífera*) in a new grape growing region of the Weibei Plateau in China. *Scientia Horticulturae* 162: 181-187.
- NOGUEROL-PATO R, GONZÁLEZ-ALVAREZ M, GONZÁLEZ-BARREIRO C, CANCHO-GRANDE B & SIMAL-GÁNDARA J., 2013. Evolution of the aromatic profile in Garnacha Tintorera grapes during raisining and comparison with that of the naturally sweet wine obtained. *Food Chemistry* 139: 1052-1061.
- NOGUEROL-PATO R, GONZÁLEZ-BARREIRO C, CANCHO-GRANDE B & SANTIAGO J.L, MARTÍNEZ M.C., 2012. Aroma potential of Brancellao grapes from different cluster positions. *Food Chemistry* 132: 112-124.
- OLIVEIRA J.M., OLIVEIRA P., BAUMES R.L. & MAIA M.O., 2008. Changes in aromatic characteristics of Loureiro and Alvarinho wines during maturation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: 695-707.
- REYNOLDS AG, & HEUVEL JEV, 2009. Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: a review. *American Journal of Enology and Viticulture* 60: 251-268.
- RIBERAU-GAYON P, DUBOUDIEU D, DONÉCHE B, LONVAUD A, GLORIES Y, & MAUGEAN Y, 2003. Tratado de enología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- SÁNCHEZ-PALOMO E, TRUJILLO M, GARCÍA RUIZ A, & GONZÁLEZ VIÑAS MA., 2017. Aroma profile of Malbec red wines from La Mancha region: Chemical and sensory characterization. *Food Research International* 100: 201-208.

- SCHULT, HR. 1992. An empirical model for the simulation of leaf appearance and leaf area development of primary shoots of several grapevine (*Vitis vinifera* L.) canopy-systems. *Scientia Horticulturae* 52:179-200.
- SONG JQ, SHELLIE KC, WANG H, & QIAN MC, 2012. Influence of deficit irrigation and kaolin particle film on grape composition and volatile compounds in Merlot grape (*Vitis vinifera* L.). *Food Chemistry* 134: 841–850.
- VILANOVA M, GENISHEVA Z, MASA A & OLIVEIRA J.M., 2010. Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albariño wines. *Microchemical Journal* 95:240-246.
- VILANOVA M, ZAMUZ S, VILARIÑO F, & SIEIRO C, 2007. Effect of terroir on the volátiles of *Vitis vinifera* cv. Albariño. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87:1252-1256.
- WANG X-C, LI A-H, DIZY M, ULLAH N, SUN W-X & TAO Y-S., 2017. Evaluation of aroma enhancement for “Ecolly” drywhite wines by mixed inoculation of selected *Rhodotorula mucilaginosa* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Chemistry* 228: 550-559.
- WANG X-J, TAO Y-S, WU Y, AN R-Y & YUE Z-Y., 2017. Aroma compounds and characteristics of noble-rot wines of Chardonnay grapes artificially botrytized in the vineyard. *Food Chemistry* 226: 41-50.